

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2004031526 A

(43) Date of publication of application: 29.01.04

(51) Int. Cl

H01L 21/301
H01L 33/00

(21) Application number: 2002183730

(71) Applicant: TOYODA GOSEI CO LTD

(22) Date of filing: 24.06.02

(72) Inventor: HASHIMURA MASAKI

(54) MANUFACTURING METHOD OF GROUP III NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR ELEMENT

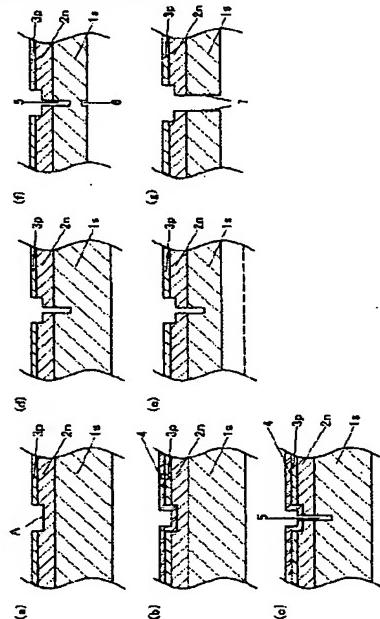
frame-shaped isolation line of the rear of the substrate 1s, and (g) separate element is isolated along the isolation line.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)2004,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of separating a group III nitride compound semiconductor element, in which there are few element cracks and fragments and which has excellent yield.

SOLUTION: The group III nitride compound semiconductor layers in a plurality of layers are formed on a substrate 1s, and elements are formed and electrodes are formed. (a) The state in which only an electrode forming layer on the side near to the substrate is left by an etching or a dicing by a dicer on an isolation line (the two group III nitride compound semiconductor layers 2n and 3p are represented.) or the state in which there is no III nitride compound semiconductor layer on the isolation line are formed. (b) A protective film 4 is formed on the whole surface, and (c) an isolation groove 5 is formed to the substrate 1s by a laser. (d) The protective film 4 is removed together with a reactant by the laser, and (e) the rear of the substrate 1s is polished and the substrate 1s is thinned. (f) A rear groove 6 is formed so as to correspond to the lattice



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-31526

(P2004-31526A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004. 1. 29)

(51) Int. Cl.⁷H01L 21/301
H01L 33/00

F I

H01L 21/78
H01L 33/00
H01L 21/78A
C
Bテーマコード(参考)
5FO41

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号
(22) 出願日特願2002-183730(P2002-183730)
平成14年6月24日(2002. 6. 24)(71) 出願人 000241463
豊田合成株式会社
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地
(74) 代理人 100087723
弁理士 藤谷 修
(72) 発明者 横村 昌樹
愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内
F ターム(参考) 5FO41 CA40 CA74 CA75 CA76 CA77

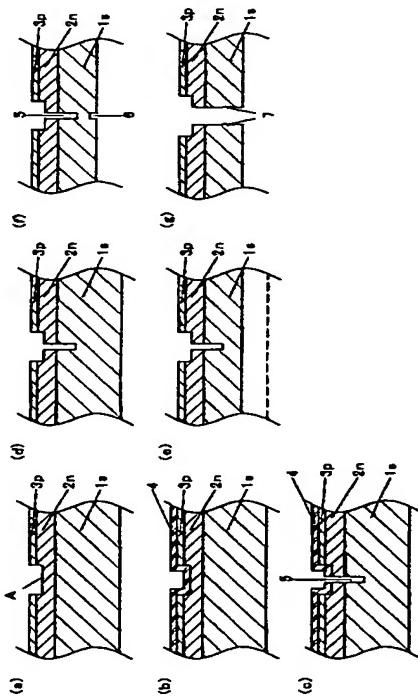
(54) 【発明の名称】3族窒化物系化合物半導体素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】素子ワレ、カケの少ない、歩留まりの良い3族窒化物系化合物半導体素子の分離方法を提供する。

【解決手段】基板1sに、複数層の3族窒化物系化合物半導体層を形成し、素子形状及び電極形成を行う。(2つの3族窒化物系化合物半導体層2nと3pで代表させている。) 分離線上に、エッチング又はダイサーによるダイシング等で、基板に近い側の電極形成層のみ残された状態、又は分離線上の3族窒化物系化合物半導体層が無い状態を作る(a)。保護膜4を全表面に形成し(b)、レーザーにより、基板1sに、分離溝5を形成する(c)。保護膜4をレーザーによる反応物とともに除去し(d)、基板1s裏面を研磨し、基板1sを薄膜化する(e)。次に基板1sの裏面の格子状の分離線に対応するように、裏面溝6を形成し(f)、分離線に沿って個々の素子に分離する(g)。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に形成された3族窒化物系化合物半導体素子を分離して個々の3族窒化物系化合物半導体素子とする製造方法において、

分離線上の3族窒化物系化合物半導体層が前記基板に近い側の電極形成層のみ残された状態、又は分離線上の3族窒化物系化合物半導体層が無い状態とする半導体層除去工程と、基板表面側層を覆う、後の工程で除去可能な保護膜を形成する保護膜形成工程と、

分離線に沿ってレーザービームを走査して分離溝を形成するレーザー走査工程と、

前記保護膜及びレーザービーム走査により生じた不要物を除去する保護膜等除去工程とを有し、

分離線に沿ってレーザービームの走査により形成された分離溝を用いて基板を素子ごとに分離して個々の3族窒化物系化合物半導体素子とすることを特徴とする3族窒化物系化合物半導体素子の製造方法。

【請求項 2】

前記半導体層除去工程は、エッチングにより前記基板に近い側の電極形成層の電極形成部を露出させる電極形成エッチング工程により行われることを特徴とする請求項1に記載の3族窒化物系化合物半導体素子の製造方法。

【請求項 3】

前記半導体層除去工程は、ダイシングにより分離線上の、前記基板の電極形成層側の一部まで除去することを特徴とする請求項1に記載の3族窒化物系化合物半導体素子の製造方法。

【請求項 4】

前記保護膜等除去工程以降に、前記分離溝に対応するように、基板裏面に裏面溝を形成することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の3族窒化物系化合物半導体素子の製造方法。

【請求項 5】

前記保護膜等除去工程以降に、基板を裏面から研磨により薄肉化して、基板表面に形成された分離溝のみにより基板を素子ごとに分離して個々の3族窒化物系化合物半導体素子とすることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の3族窒化物系化合物半導体素子の製造方法。

【請求項 6】

前記保護膜等除去工程以降に、基板を裏面から研磨により薄肉化した後、前記分離溝に対応するよう、基板裏面に裏面溝を形成することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の3族窒化物系化合物半導体素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は基板上に形成された3族窒化物系化合物半導体素子の製造方法に関する。本発明は特に、基板上に形成された3族窒化物系化合物半導体を容易且つ歩止まり良く分離して、個々の3族窒化物系化合物半導体素子を得るための製造工程に関する。

【0002】

【従来の技術】

3族窒化物系化合物半導体素子の製造、例えば青色LED等の製造においては、基板としてサファイアやスピネルなどが用いられている。これらはシリコンやガリウムヒ素と異なり、加工が容易でないため、基板上に形成した3族窒化物系化合物半導体ウエハを個々の素子に分離するためウエハを分割する際、他の半導体素子とは異なり困難が伴う。

【0003】

例えば、素子形成面側をダイヤモンドブレードを用いたダイサーにより、分離線上の3族窒化物系化合物半導体層の一部を除去又は基板表面側から約 $10\mu m$ の深さに達する分離溝を形成し（いわゆるハーフカット）、裏面にスクライバーで浅い裏面溝を形成してロー

ラーブレイキングするなどしていた。この際、厚さ $300\text{ }\mu\text{m}$ のウエハを素子形成後に裏面を研磨して厚さ $100\text{ }\mu\text{m}$ 程度としてから裏面溝を形成することが多かった。その結果、分離に際し、素子として機能しないような割れ方をしたもの（素子ワレ）、周辺部が一部欠けて正常品とは認めがたいもの（カケ）^{*}が 5% 程度生じるもののが多かった。ダイサーによる基板に達する分離溝の深さを $10\text{ }\mu\text{m}$ とする場合、その幅は $20\sim30\text{ }\mu\text{m}$ が必要である。一方基板表面からの深さを大きくすると基板のワレ方に起因する不具合が低減されるが、さらに深くするには幅も広げざるを得ない。分離に必要な幅を大きくすると言うことは、1枚のウエハから得られる半導体素子の個数を減らすことを意味する。更に異なる厚さのウエハに対しては例えば裏面研磨の時間や条件設定を変えなければならないが、それは試行錯誤を伴う極めて煩雑な作業である。ところで、レーザービームにより分離溝を形成するものが各種提案（特許第3230572号等）されているが、3族窒化物系化合物半導体素子の製造において、実用化には至っていない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

単にレーザービームにより分離溝を形成するのみでは、レーザーの溝形成が溶融、蒸発、及び化学反応であって、反応物が不要物として素子面を汚染する。また、溶融した半導体が、望ましくない短絡経路を形成し、素子特性を著しく損ねたり、場合によっては合格品が極めて少ない分離方法となってしまう。

【0005】

本発明は上記の検討結果に基づき完成されたものであって、基板を容易且つ歩止まり良く分離して、個々の3族窒化物系化合物半導体素子を得ることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、請求項1に記載の手段によれば、基板上に形成された3族窒化物系化合物半導体を分離して個々の3族窒化物系化合物半導体素子とする製造方法において、分離線上の3族窒化物系化合物半導体層が基板に近い側の電極形成層のみ残された状態、又は分離線上の3族窒化物系化合物半導体層が無い状態とする半導体層除去工程と、基板表面側層を覆う、後の工程で除去可能な保護膜を形成する保護膜形成工程と、分離線に沿ってレーザービームを走査して分離溝を形成するレーザー走査工程と、保護膜及びレーザービーム走査により生じた不要物を除去する保護膜等除去工程とを有し、分離線に沿ってレーザービームの走査により形成された分離溝を用いて基板を素子ごとに分離して個々の3族窒化物系化合物半導体素子とすることを特徴とする。ここで分離線とは、ウエハから全ての3族窒化物系化合物半導体素子を個々に分離するための理想の分離面（ただし基板又はウエハ面に垂直）を、基板又はウエハ表面側又は裏面側から見た場合の、格子状の線を意味する。

【0007】

また、請求項2に記載の手段は、半導体層除去工程は、エッチングにより基板に近い側の電極形成層の電極形成部を露出させる電極形成エッチング工程により行われることを特徴とする。また、請求項3に記載の手段は、半導体層除去工程は、ダイシングにより分離線上の、基板の電極形成層側の一部までを除去することを特徴とする。

【0008】

また、請求項4に記載の手段は、保護膜等除去工程以降に、分離溝に対応するように、基板裏面に裏面溝を形成することを特徴とする。また、請求項5に記載の手段は、保護膜等除去工程以降に、基板を裏面から研磨により薄肉化して、基板表面に形成された分離溝のみにより基板を素子ごとに分離して個々の3族窒化物系化合物半導体素子とすることを特徴とする。また、請求項6に記載の手段は、これらを組合せ、基板を裏面から研磨により薄肉化した後、既に形成された分離溝に対応するよう、基板裏面に裏面溝を形成することを特徴とする。

【0009】

【作用及び発明の効果】

10

20

30

40

50

分離線上の3族窒化物系化合物半導体層が基板に近い側の電極形成層のみ残された状態、又は分離線上の3族窒化物系化合物半導体層が無い状態とすることで、3族窒化物系化合物半導体層のレーザー走査による溶融物、反応物が、各々異なる電極と接触すべき層の間で短絡を生じることを防止することができる。また、保護膜を形成することで、レーザー走査により生じる基板や3族窒化物系化合物半導体層の溶融物、反応物が半導体素子に付着することを防止することができる。特に、各々異なる極性の電極と接触すべき層の間で短絡を生じることを防止することができる。このようにして、3族窒化物系化合物半導体素子の電気特性等に不具合を生じることなく、幅が一定で細く、深い分離溝を形成することができる。即ち、走査速度や多重回数で分離溝の深さを調整可能とし、幅が一定な、深い分離溝やウエハの厚さやウエハの反りに応じた深さの分離溝を容易に形成することができる。また、当該深い分離溝の形成に際し3族窒化物系化合物半導体層と基板の剥離が生じない。同じ深さの分離溝の形成に必要な消耗品であるブレードや純水を削減することができ、製造コストを抑えることができる。現在既に $20\mu m$ 以下のピーム径のレーザーが入手可能で、同じ深さの分離溝の形成の際にダイシングで生じる分離溝の幅より狭くでき、例えば発光素子においては発光面の間隔を $60\mu m$ 以下とすることができる（請求項1）。

【0010】

分離溝を形成する前に、エッティングにより基板に近い側の電極形成層の電極形成部を露出させる電極形成エッティング工程により、分離線上の他の電極層を除去すれば、レーザー走査による異なる層間の短絡を防ぐための半導体層除去工程を別に設ける必要がなく、作業工程が短縮できる（請求項2）。また、ダイシングにより少なくとも、基板の電極形成層側の一部までを除去すれば、条件設定により基板表層を所望の深さに削ることが可能である（請求項3）。

【0011】

分離溝に対応するよう、基板裏面に裏面溝を形成することで、確実に分離線に沿って分離面を形成することができる（請求項4）。また、基板を裏面から研磨により薄肉化すれば、基板表面に形成された分離溝のみにより容易に基板を素子ごとに分離して個々の3族窒化物系化合物半導体素子とすることも可能である（請求項5）。これらを組合わせて、基板を裏面から研磨により薄肉化した後、既に形成された分離溝に対応するよう、基板裏面に裏面溝を形成すれば、より確実に基板を素子ごとに分離して個々の3族窒化物系化合物半導体素子とすることができます、レーザー走査による表面側分離溝の形成も、浅く且つレーザー走査を速くすることができる（請求項6）。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好ましい実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。尚、本発明は以下に説明する実施形態、実施例に限定されるものではない。また、図1乃至図3においては、本発明の本質を説明するため、極めて簡略化した図を用いるが、以下に説明する通り、図1乃至図3に基づいて、本発明は通常の3族窒化物系化合物半導体素子の製造方法に適用できるものである。

【0013】

【第1の実施の形態】

図1は、本発明の第1の実施の形態を説明するための工程図（断面図）である。基板1sに、複数層の3族窒化物系化合物半導体層を形成し、素子形状及び電極形成を行う。図1では、2つの3族窒化物系化合物半導体層2nと3pで代表させているが、これは短絡させてはいけない層を意味するのであって、2層の3族窒化物系化合物半導体層のみを意味するものではない。次に、分離線上に、エッティング又はダイサーによるダイシング等で、基板に近い側の電極形成層のみ残された状態を作る（図1の(a)）。即ち、凹部Aを形成する。ここで分離線とは、基板1sから全ての3族窒化物系化合物半導体素子を個々に分離するための理想的な分離面（ただし基板1s面に垂直）を、基板1s表面側又は裏面側から見た場合の、格子状の線を意味する。図1の(a)では、基板に近い側の電極形成

10

20

30

40

50

層 2 n のみ残す状態としたが、基板 1 s が露出するまで、或いは基板 1 s の一部を取り除くまで、エッティング又はダイサーによるダイシング等を行って良いことはもちろんである。次に、レーザーによる基板 1 s の反応物等の付着を防止するため、保護膜 4 を全表面に形成する（図 1 の（b））。保護膜 4 は、レーザー走査による分離溝 5 の形成の際、レーザーが当たらない部分では容易には溶融しないものであって、後の工程で除去可能であり、半導体素子の特性に悪影響を及ぼさないものであれば任意のものが使用可能である。

【0014】

次に、レーザーにより、基板 1 s に、分離溝 5 を形成する（図 1 の（c））。分離溝 5 は格子枠状の分離線に沿って基板 1 s の表面側（素子を形成した側）に格子枠状に形成される。分離溝 5 は、後の工程で研磨により基板 1 s を薄肉化した後の厚さの 1/5 程度以上の深さとすると良い。尚、基板 1 s の一部を取り除くまで、エッティング又はダイサーによるダイシング等を行う場合は、それにより取り除かれた基板 1 s の厚さとレーザー走査により削られた深さを併せて、後の工程で研磨により基板 1 s を薄肉化した後の厚さの 1/5 程度以上の深さとすれば良い。。次に、保護膜 4 をレーザーによる反応物とともに除去する（図 1 の（d））。

【0015】

次に、基板 1 s 裏面を研磨し、基板 1 s を薄肉化する（図 1 の（e））。次に基板 1 s の裏面の格子枠状の分離線に対応する位置に、裏面溝 6 を形成する（図 1 の（f））。裏面溝 6 の形成方法に関しては分離溝 5 と異なり、スクライバー等により浅い溝を形成すれば良い。こののちローラーブレイキング等により格子枠状の分離線に沿って個々の素子に分離する。この場合、分離溝 5 の深さは薄肉化した基板 1 s の 1/5 程度以上であるので、分離面 7 は確実に格子枠状の分離線に沿った、分離溝 5 と裏面溝 6 とを接続したものとなる。即ち、斜め方向などの望ましくない方向に割れることが防止される（図 1 の（g））。

【0016】

〔第 2 の実施の形態〕

図 2 は、本発明の第 2 の実施の形態を説明するための工程図（断面図）である。図 1 の第 1 の実施の形態同様、分離線上に、エッティング又はダイサーによるダイシング等で、基板に近い側の電極形成層のみ残された状態を作る（図 2 の（a））。この場合、基板 1 s が露出するまで、或いは基板 1 s の一部を取り除くまでエッティング又はダイサーによるダイシング等を行って良いことはもちろんである。次に、後の工程で除去可能な保護膜 4 を全表面に形成する（図 2 の（b））。次に、本実施形態では、基板 1 s の厚さの 1/5 程度以上の深さの第 1 の溝 5 d を、格子枠状の分離線に沿って基板 1 s の表面側（素子を形成した側）に格子枠状に形成する（図 2 の（c））。次に、保護膜 4 をレーザーによる反応物とともに除去する（図 2 の（d））。

【0017】

次に基板 1 s の裏面の格子枠状の分離線に対応するように、裏面溝 6 を形成する（図 2 の（e））。裏面溝 6 の形成方法は第 1 の実施の形態におけるものと同様に、スクライバー等により浅い溝を形成すれば良い。こののちローラーブレイキング等により格子枠状の分離線に沿って個々の素子に分離する。分離溝 5 d の深さが基板 1 s の 1/5 程度以上であるので、分離面 7 は確実に格子枠状の分離線に沿った、分離溝 5 d と裏面溝 6 とを接続したものとなる（図 2 の（f））。

【0018】

〔第 3 の実施の形態〕

図 3 は、本発明の第 3 の実施の形態を説明するための工程図（断面図）である。図 2 の第 2 の実施の形態同様、分離線上に、エッティング又はダイサーによるダイシング等で、基板に近い側の電極形成層のみ残された状態を作る（図 3 の（a））。この場合、基板 1 s が露出するまで、或いは基板 1 s の一部を取り除くまでエッティング又はダイサーによるダイシング等を行って良いことはもちろんである。次に、後の工程で除去可能な保護膜 4 を全表面に形成する（図 3 の（b））。次に、後の工程で研磨により基板 1 s を薄肉化した後

10

20

30

40

50

の厚さ程度以上の深さの第1の溝5dを、格子枠状の分離線に沿って基板1sの表面側(素子を形成した側)に格子枠状に形成する(図3の(c))。次に、保護膜4をレーザーによる反応物とともに除去する(図3の(d))。

【0019】

次に、1枚の粘着シート8を基板1s表面全体に貼り付け、裏返して基板1s裏面を研磨し、基板1sを薄肉化する(図3の(e))。基板1sを薄肉化して、分離溝5の深さ以下にまで薄肉化すれば、確実に格子枠状の分離線に沿った、分離溝5により個々の素子が分離できる(図3の(f))。

【0020】【第1実施例】

図4はワレとカケの歩留まり及び素子特性を評価するために行った、本発明の具体的な第1の実施例を説明するための工程図(断面図)である。厚さ約300μmのサファイア基板1上に3族窒化物系化合物半導体層を積層して、pnダブルヘテロ接合の約3000個の青色LED素子を形成した。当該素子部分の積層構造については簡略化し1の符号2で示す。電極含まないで、3族窒化物系化合物半導体層の総膜厚は約5μmである。まず、ダイヤモンドブレードを使用するダイサーによって、各格子内が1の青色LED素子となる格子枠状の分離線に沿って、最深部10μm、幅約30μmの第1の溝部Aを形成した。この時、第1の溝部Aの最深部Bにおいて、サファイア基板1は約5μm削除された。

【0021】

次に、透明樹脂4を素子形成面の全面に塗布し、硬化させた。次にYAGレーザーの第3次高調波(波長355nm)を用い、ビーム径約20μmのレーザービームを分離線に沿って照射し、第1の溝部Aより更に10μm深い第2の溝部Cを形成した。こうして第1の溝部Aと第2の溝部Cにより、サファイア基板1を約15μm削った分離溝5が形成された。この後、サファイア基板1の裏面を研磨し、サファイア基板1を100μmまで薄肉化させた。次にサファイア基板1の裏面にスクライバーにより分離溝6を形成した。この後、ローラーブレイキングによりサファイア基板を割り、個々の青色LED素子に分離した。この際、サファイア基板1を割ること自体による形状不良品(いわゆる素子ワレ、カケ)は10個以下であり、また、各発光素子は、レーザーを用いないで分離した青色LED素子と素子特性に差異がなかった。

【0022】

【比較例1】

レーザーを用いないで、表面をダイシング、裏面を研磨後のスクライビングとした他、上記第1実施例と同様に素子分離を行った場合、形状不良品(いわゆる素子ワレ、カケ)は100個以上生じた。

【0023】

【比較例2】

表面の分離溝をレーザーのみを用い、ダイシングを行わないものとした他、上記第1実施例と同様に素子分離を行った場合、不良品(いわゆる素子ワレ、カケ)は少なく、良好であった。しかし、p電極側層とn電極側層の短絡が生じるため、いずれの場合も素子特性の不良が大量に生じた。又、YAGレーザーの基本波(1064nm)、ビーム径約15μmの場合においても、同様な結果が得られた。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を説明するための工程図(断面図)。

【図2】本発明の第2の実施の形態を説明するための工程図(断面図)。

【図3】本発明の第3の実施の形態を説明するための工程図(断面図)。

【図4】本発明の具体的な第1の実施例を説明するための工程図(断面図)。

【符号の説明】

1、1s 基板

2 積層した3族窒化物系化合物半導体層

2n 基板に近い電極形成層(3族窒化物系化合物半導体層)

3p 3族窒化物系化合物半導体層

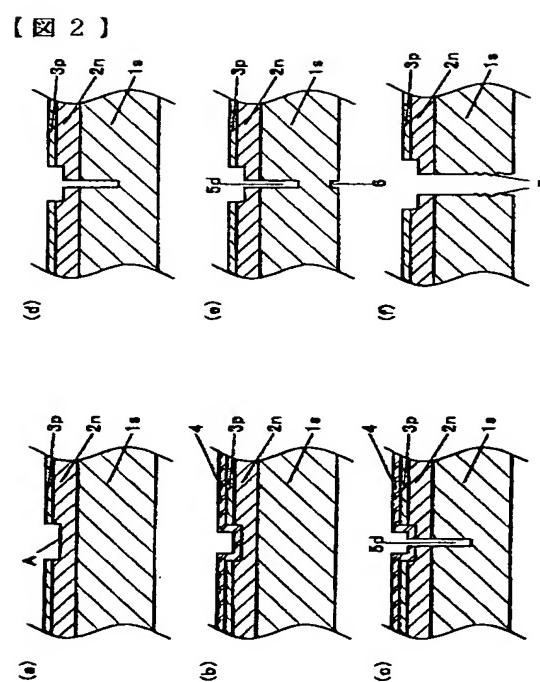
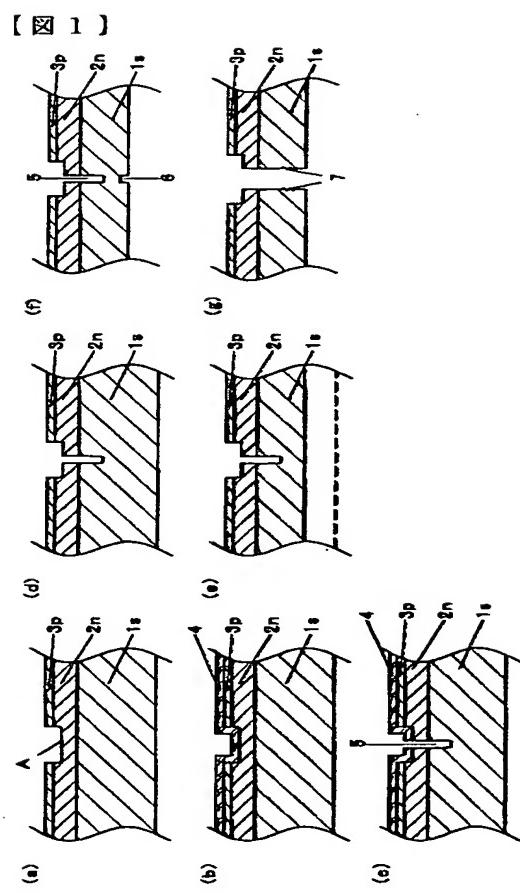
20

30

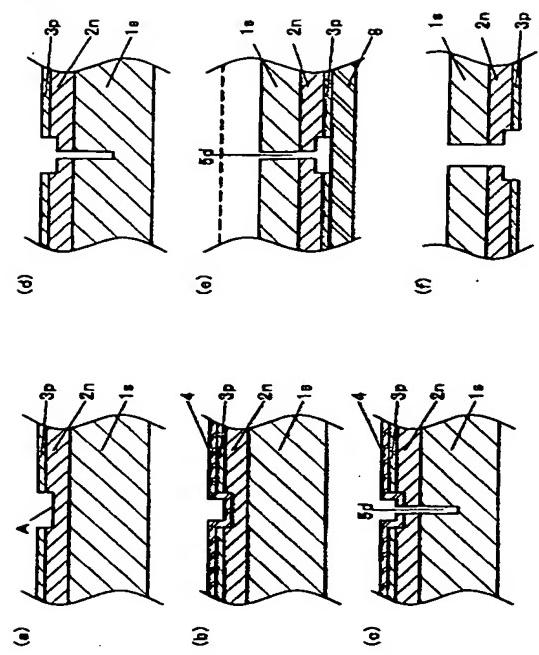
40

50

- 4 保護膜
 5、5d 分離溝
 6 裏面溝
 7 分離面
 8 粘着シート
 A 凹部又は第1の溝部
 B 第1の溝部の最深部
 C 第2の溝部



【図3】



【図4】

